

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



JC564 U.S. PTO
09/745959

12/21/00

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

199 62 028.8

Anmeldetag:

22. Dezember 1999

Anmelder/Inhaber:

Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
Hamburg/DE

Bezeichnung:

Filteranordnung

IPC:

H 03 H, H 01 G, H 04 B

Die nachstehenden Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Zeichnungen.

München, den 3. Juli 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

Niedeck

ZUSAMMENFASSUNG

Filteranordnung

Die Erfindung beschreibt eine Filteranordnung aus einem Bandpassfilter und einem Notch-Filter. Die Kopplung eines Notch-Filters, der aus einem Kondensator und einer

- 5 Induktivität besteht, mit einem Bandpassfilter aus Resonatoren bewirkt eine bessere Unterdrückung außerhalb des Durchlassbandes.

Durch Verwendung von Dünnschichttechniken können beide Filter bei geringem Raumbedarf auf einem Substrat (1) hergestellt werden. Außerdem wird ein Sender, ein Empfangsgerät und ein Mobilfunkgerät mit einer solchen Filteranordnung sowie Verfahren

- 10 zur Herstellung einer solchen Filteranordnung offenbart.

Fig. 1

20.10.69

BAW-R

I

C

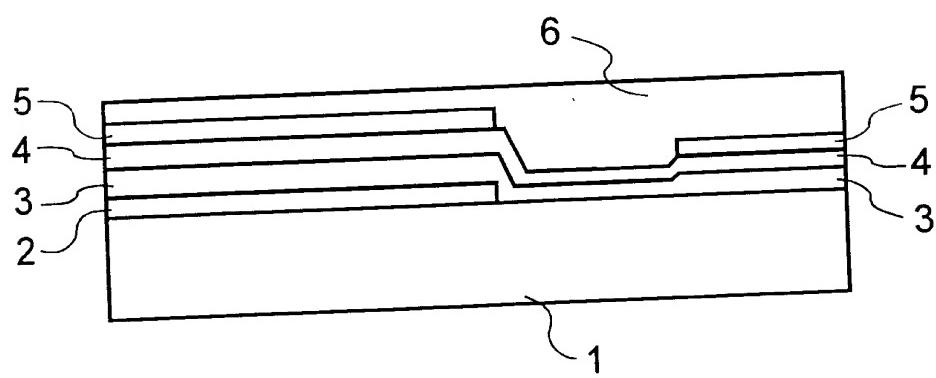


FIG 1

BESCHREIBUNG

Filteranordnung

Die Erfindung betrifft eine Filteranordnung. Weiterhin betrifft die Erfindung noch einen Sender, einen Empfänger sowie ein Mobilfunkgerät mit einer Filteranordnung sowie ein

- ## 5 Verfahren zur Herstellung einer Filteranordnung.

Die rasanten Entwicklungen im Mobilfunkbereich und die stete Miniaturisierung der schnurlosen Telefonapparate führen zu erhöhten Anforderungen an die einzelnen Komponenten. So ist eine hohe Selektivität im Hochfrequenzteil nötig, um den Empfänger gegen die steigende Anzahl möglicherweise störender Signale von anderen Systemen zu schützen. Dies wird beispielsweise durch Bandpassfilter erreicht, die nur ein begrenztes Frequenzband durchlassen und alle Frequenzen ober- und unterhalb dieses Bereiches unterdrücken.

- Zur Zeit werden für diese Aufgabe unter anderem Filter mit keramischen, elektromagnetischen Resonatoren verwendet. Einer Miniaturisierung dieser Filter wird aber durch die elektromagnetische Wellenlänge Grenzen gesetzt. Deutlich kleiner können Oberflächenwellen-Filter, sogenannte Surface Acoustic Wave (SAW) Filter, ausgeführt werden. Der Grund hierfür ist, dass die akustische Wellenlänge 4 bis 5 Größenordnungen kleiner ist als die elektromagnetische Wellenlänge. Nachteilig ist aber, dass Oberflächenwellen-Filter oftmals einen komplizierten Aufbau besitzen und mit Hilfe komplexer Gehäuse geschützt werden müssen. Eine Variante ist der Bulk Acoustic Wave Filter, die auch als Bulk Acoustic Wave

(BAW) Filter bezeichnet werden, dar. Volumenwerte + ...
Bereichen Größe, Leistung und IC-Kompatibilität.

- 25 In der Praxis werden durch die genannten Filter jedoch die Frequenzen, die außerhalb des Durchlassbandes liegen, nicht vollständig, sondern nur bis zu einem gewissen Grad unterdrückt. Dies kann für bestimmte Anwendung, wie zum Beispiel der Signalfilterung im Hochfrequenzteil von mobilen Telefonen oder Basisstationen, nicht ausreichend sein.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Filter mit Bandpassfilterfunktion bereitzustellen, der eine verbesserte Unterdrückung außerhalb des Durchlassbandes aufweist.

- Diese Aufgabe wird gelöst, durch eine Filteranordnung, welche ein Substrat und darauf
aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind,
enthält.

Es ist vorteilhaft, dass der Notch-Filter zwischen Eingang des Bandpassfilters und Erde oder zwischen Ausgang des Bandpassfilters und Erde geschalten ist.

- 10 Durch die Kopplung des Bandpassfilters mit einem Notch-Filter kann bei einer gewünschten Frequenz eine bessere Unterdrückung im Stopband des Bandpassfilters erreicht werden.

- 15 Es ist bevorzugt, dass der Bandpassfilter und der Notch-Filter Dünnschichtfilter sind.

Durch Ausführung der beiden Filter in Dünnschichttechnik auf einem Substrat wird eine solche Filteranordnung auf kleinen Abmessungen erhalten.

- 20 Es ist ganz besonders bevorzugt, dass der Bandpassfilter eine Filteranordnung aus Resonatoren enthält.

flächenwellen-Resonatoren oder keramische, elektromagnetische Resonatoren entwirkt.

- 25 Bandpassfilter, die sich aus einer Filteranordnung aus Resonatoren zusammensetzen weisen im Durchlassband geringere Verluste auf, weil sie höhere Güten Q als beispielsweise LC-Filter aufweisen. Außerdem weisen Bandpassfilter aus Resonatoren einen steileren Abfall am Rand des Durchlassbandes auf als vergleichbare LC-Kombinationen.

- 30 Es ist ganz besonders bevorzugt, dass ein Volumenwellen-Resonator eine Resonatoreinheit und ein Reflexionselement, welches zwischen Substrat und Resonatoreinheit angeordnet ist, enthält.

Ein derartiger Volumenwellen-Resonator kann mit Hilfe von Dünnschichttechniken einfach und vor allem mit geringem Raumbedarf hergestellt werden. Außerdem ist ein solcher Volumenwellen-Resonator deutlich robuster als andere Typen an Volumenwellen-Resonatoren wie Einkristall-Resonatoren, Resonatoren mit Membranen oder Resonatoren mit einem Luftspalt.

Außerdem ist es vorteilhaft, dass der Notch-Filter einen Kondensator und eine Induktivität enthält.

10 Ein derartiger mit Notch-Filter kann mit Hilfe der Dünnschichttechnologie einfach, preiswert und mit geringen Raumbedarf auf dem gleichen Substrat wie der Bandpassfilter hergestellt werden.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Filteranordnung, welche ein Substrat und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter aus Volumenwellenresonatoren und einen Notch-Filter umfasst, bei dem

- auf einer Trägerschicht eine zweite Elektrode, eine piezoelektrische Schicht und eine erste Elektrode aufgebracht und so strukturiert werden, dass wenigstens eine Resonatoreinheit, ein Kondensator und eine Induktivität entstehen,

20 - auf den Teilen der ersten Elektrode, die zur Resonatoreinheit gehören, ein Reflexionselement abgeschieden wird,

ein zusammen Aufbau ein Substrat befestigt wird und die Trägerschicht entfernt wird.

25 Außerdem betrifft die Erfindung einen Sender, einen Empfänger und ein Mobilfunkgerät ausgerüstet mit einer Filteranordnung, welche ein Substrat und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind, enthält.

Im folgenden soll die Erfindung anhand von drei Figuren und drei Ausführungsbeispielen erläutert werden. Dabei zeigt

- Fig. 1 im Querschnitt einen Volumenwellen-Resonator des Bandpassfilter und den Notch-Filter der Filteranordnung,
- Fig. 2 die Schaltungsanordnung einer Filteranordnung mit Bandpassfilter und Notch-Filter und
- 5 Fig. 3 die Schaltungsanordnung einer Bandpassfilteranordnung aus Resonatoren.

Gemäß Fig. 1 weist eine Filteranordnung mit Bandpassfilter und Notch-Filter ein Substrat 1 auf, welches zum Beispiel aus einem keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material, einem Glasmaterial, Silicium, GaAs oder Saphir ist. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs als Substrat 1 wird noch eine Passivierungsschicht aus beispielsweise SiO_2 oder Glas aufgebracht. Auf Teilen des Substrats 1 befindet sich ein Reflexionselement 2, welches eine Schicht eines Schallreflexionsstoffes aus der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe ist. Als Schallreflexionsstoff kann beispielsweise ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein Schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte eingesetzt werden. Als Aerogel kann zum Beispiel ein anorganisches Aerogel aus Kieselgel oder porösen SiO_2 -Strukturen oder ein organisches Aerogel wie zum Beispiel ein Resorcin-Formaldehyd-Aerogel, ein Melamin-Formaldehyd-Aerogel oder ein Phenol-Formaldehyd-Aerogel verwendet werden. Als Xerogel kann beispielsweise ein anorganisches Xerogel wie hochkondensierte Polykieselsäure oder ein organisches Xerogel wie Leim oder Agar-Agar eingesetzt werden. Als Schaumstoffe können chemisch aufgeschäumte oder physikalisch eingesetzte Polymere wie zum Beispiel Polystyrol, Polycarbonate, Polyvinylchlorid, Polyurethane, ~~Polyisocyanate, -~~, Polyacrylimide, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere, Polypropylene oder Polyester eingesetzt werden. Außerdem können auch geschäumte Kunstarze wie beispielsweise Phenol-Formaldehyd-Harze oder Furanharze, die durch Verkokung eine hohe Porosität besitzen, verwendet werden. Als Kunststoff mit geringer Dichte kann zum Beispiel ein vernetzter Polyvinylether, ein vernetzter Polyarylether, Polytetrafluorethylen, Poly(*p*-xylylen), Poly(2-chlor-*p*-xylylen), Poly(dichlor-*p*-xylylen), Polybenzocyclobuten, ein Styrol-Butadien-Copolymer, ein Ethylen-Vinylacetat-Polymer oder ein organisches Siloxanpolymer Verwendung finden. Auf dem Reflexionselement 2 ist eine Resonatoreinheit aufgebracht, welche eine erste Elektrode 3, eine piezoelektrische Schicht 4 und eine zweite Elektrode 5

- enthält. Die Elektroden 3 und 5 sind vorzugsweise aus einem gut leitenden Material mit geringer akustischer Dämpfung und können beispielsweise Ag_{1-x}Pt_x (0 ≤ x ≤ 1), Pt mit einer Schichtdicke von 50 nm bis 1 µm, Ti mit einer Schichtdicke von 1 bis 20 nm / Pt mit einer Schichtdicke von 20 bis 600 nm, Ti mit einer Schichtdicke von 1 bis 20 nm / Pt mit einer Schichtdicke von 20 bis 600 nm / Ti mit einer Schichtdicke von 1 bis 20 nm, Al, Al dotiert mit einigen Prozent Cu, Al dotiert mit einigen Prozent Si, Al dotiert mit einigen Prozent Mg, W, Ni, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, 5 Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag_{1-x}Pt_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag_{1-x}Pd_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Pt_{1-x}Al_x (0 ≤ x ≤ 1), Pt_{1-x}Al_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_{1-x}Al_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru, 10 Ti/Ag/Ir/IrO_x (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO_x (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/Ru_xPt_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru/Ru_xPt_{1-x}/RuO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO_y/Ru_yPt_{1-y} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Ru_xPt_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_xAl_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Pt_xAl_{1-x}/Ag/Pt_yAl_{1-y} (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Pt_y(RhO_x)_{1-y} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Rh/RhO_x 15 (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Pt_xRh_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_y(RhO_x)_{1-y}/Pt_xRh_{1-z} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ir/IrO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Pt_yAl_{1-y} (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ru (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ru/RuO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Cr, Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Rh, 20 Ti/Ru, Rh, Ti/Ni/Al/ITO, Ti/Ni, Ti/W/Ti, W_xTi_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), W_xTi_{1-x}/Al(Cu) (0 ≤ x ≤ 1), W_xTi_{1-x}/Al(Si) (0 ≤ x ≤ 1), W_xTi_{1-x}/Al (0 ≤ x ≤ 1) oder Ti/Cu enthalten. Als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel AlN, ZnO, PbTi_{1-x}Zr_xO₃ (0 ≤ x ≤ 1) 25 oder Mn₃NbO₄, LiTaO₃, PbNb₂O₅ oder Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden.

Die Elektroden 3 und 5 sowie die piezoelektrische Schicht 4 werden derart strukturiert, dass zum einen ein Bandpassfilter aus einer Anordnung von Volumenwellen-Resonatoren entsteht. Außerdem sind in einem anderen Bereich des Substrats 1 die beiden Elektroden 3,5 und die piezoelektrische Schicht 4 derart strukturiert, dass in der Nähe des Bandpass-filters ein Notch-Filter aus einer Induktivität und einem Kondensator entsteht. Der Notch-Filter ist zwischen Eingang oder Ausgang des Bandpassfilters und Erde geschaltet. Der 30 Kondensator enthält ein Dielektrikum, welches aus der piezoelektrischen Schicht 4 gebildet

wird, und die beiden Elektroden 3 und 5. Durch entsprechendes Design der ersten Elektrode 3 oder der zweiten Elektrode 5 entsteht in Serie zum Kondensator eine Induktivität.

Alternativ kann das Dielektrikum des Kondensators nicht aus der piezoelektrischen Schicht 4, sondern aus einem anderen dielektrischen Material mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante von $2 \leq \epsilon \leq 300$, wie zum Beispiel SiO_2 , Si_3N_4 , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) oder Ta_2O_5 gebildet werden.

Ebenso kann auch eine Elektrode des Kondensators aus einer separaten, elektrisch leitenden Schicht gebildet werden.

Über der gesamten Filteranordnung kann eine Schutzschicht 6 aus einem organischen oder einem anorganischen Material oder einer Kombination aus diesen Materialien aufgebracht sein. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorganisches Material kann zum Beispiel Si_3N_4 , SiO_2 oder $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) verwendet werden.

Alternativ kann das Reflexionselement 2 mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz enthalten. Dabei kann das Material mit niedriger Impedanz zum Beispiel ein organisches oder anorganisches Aerogel, ein organisches oder anorganisches Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff sein. Ein Material mit hoher akustischer Impedanz kann beispielsweise HfO_2 , Mo, Au, Ni, Cu, W, $\text{Ti}/\text{W}/\text{Ti}$, $\text{W}_x\text{Ti}_{1-x}$ ($0 \leq x \leq 1$), Diamant, Ta_2O_5 , Fe , Au oder ein Kunststoff mit hoher Dichte wie beispielsweise High-Density-Polyethylen (HDPE) verwendet werden.

Wahlweise kann auch ein anderer Typ an Volumenwellen-Resonator wie zum Beispiel ein Einkristall-Resonator, ein Resonator mit Membran oder ein Resonator mit einem Luftspalt verwendet werden.

Neben Volumenwellen Resonatoren können alternativ auch Oberflächenwellen-Resonatoren oder keramische, elektromagnetische Resonatoren verwendet werden.

Ferner kann als weitere Ausführungsform der Erfindung ein zweites Reflexionselement auf
5 der oberen Elektrode 5 aufgebracht sein.

Eine weitere Alternative ist, dass zwischen Reflexionselement 2 und dem Substrat 1 eine
zusätzliche Klebstoffschicht beispielsweise aus einem Acrylat-Klebstoff oder einem Epoxid-
Klebstoff aufgebracht ist. Der Acrylat-Klebstoff kann beispielsweise Acryl- oder Methacryl-
10 Monomere enthalten, die während des Verklebungsprozess polymerisieren.

Weiterhin kann oberhalb oder unterhalb oder ober- und unterhalb eines Reflexionselementes 2 aus porösem SiO₂ eine Schicht aus SiO₂ mit einer Schichtdicke zwischen 30 und
300 nm aufgebracht sein. Diese SiO₂-Schichten, das Reflexionselement 2 und ein zweites
15 Reflexionselement können auch über dem gesamten Bereich des Substrats 1 aufgebracht
sein.

Außerdem kann die gesamte Filteranordnung mit wenigstens einer ersten und einer
zweiten Stromzuführung versehen werden. Als Stromzuführung kann beispielsweise ein
20 galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni,
Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

Alternativen Anordnungen

bekannt.

25 Eine solche Filteranordnung kann in Mobilfunkbereich und in jedem anderen Bereich der
Funkübertragung (z. B. für Schnurlosetelefone nach DECT oder CT, für Richt- oder
Bündelfunkgeräte oder Pager), wo eine Signalfilterung benötigt wird, verwendet werden.

30 Fig. 2 zeigt eine Schaltungsanordnung einer Filteranordnung mit Bandpassfilter und
Notch-Filter. Zwischen einem Eingang 7 und einem Ausgang 8 befindet sich ein Band-
passfilter B, welcher beispielsweise eine Schaltungsanordnung wie in Fig. 3 dargestellt

aufweist. Der Notch-Filter, welcher eine Induktivität I und einen seriell geschalteten Kondensator C enthält, ist zwischen dem Ausgang des Bandpassfilters B und der Erde geschaltet. Der zweite Anschluss des Kondensators C liegt auf Erdpotential.

- 5 Alternativ kann die Schaltungsanordnung auch zwei oder mehrere Notch-Filter enthalten, die zwischen Eingang des Bandpassfilters B und Erde oder zwischen Ausgang des Bandpassfilters B und Erde oder zwischen Ausgang und Eingang des Bandfilters B und Erde geschaltet sind.
- 10 Fig. 3 zeigt eine Bandpassfilteranordnung aus insgesamt neun Resonatoreinheiten M1 bis M5 sowie N1 bis N4. Zwischen einem Eingang 9 und einem Ausgang 10 sind fünf Resonatoreinheiten M1 bis M5 in Serie geschalten. Vier weitere Resonatoreinheiten N1 bis N4 sind parallel zu diesen fünf Resonatoreinheiten M1 bis M5 geschalten. Jeweils ein Anschluss der vier Resonatoreinheiten N1 bis N4 liegt auf Erdpotential. Der andere Anschluss der Resonatoreinheit N1 liegt zwischen den Resonatoreinheiten M1 und M2. Der 15 andere Anschluss der Resonatoreinheit N2 liegt zwischen den Resonatoreinheiten M2 und M3. Der andere Anschluss der Resonatoreinheit N3 liegt zwischen den Resonatoreinheiten M3 und M4. Und der andere Anschluss der Resonatoreinheit N4 liegt zwischen den Resonatoreinheiten M4 und M5.
- 20 Eine Möglichkeit eine Filteranordnung aus Bandpassfilter und Notch-Filter herzustellen
-> dass im ersten Schritt auf einer Trägerschicht eine Resonatoreinheit, welche in umgekehrter ADIOIGE eine zweite Elektrode
Elektrode 3 enthält, abgeschieden wird. Die Trägerschicht kann zum Beispiel aus einem
25 keramischen Material, einem keramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem glaskeramischen Material, Silicium, GaAs oder Saphir sein. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs in der Trägerschicht wird noch eine Passivierungsschicht aus beispielsweise SiO_2 oder Glas aufgebracht. Die Elektroden 3 und 5 sind vorzugsweise aus einem gut leitenden Material mit geringer akustischer Dämpfung und können beispielsweise
30 $\text{Ag}_{1-x}\text{Pt}_x$ ($0 \leq x \leq 1$), Pt mit einer Schichtdicke von 50 nm bis 1 μm , Ti mit einer Schichtdicke von 1 bis 20 nm / Pt mit einer Schichtdicke von 20 bis 600 nm, Ti mit einer Schichtdicke von 1 bis 20 nm / Pt mit einer Schichtdicke von 20 bis 600 nm / Ti mit einer

- 9 -
- 1/3
- Schichtdicke von 1 bis 20 µm, Al, Al dotiert mit einigen Prozent Cu, Al dotiert mit einigen Prozent Si, Al dotiert mit einigen Prozent Mg, Ni, W, Mo, Au, Cu, Ti/Pt/Al, Ti/Ag, Ti/Ag/Ti, Ti/Ag/Ir, Ti/Ir, Ti/Pd, Ti/Ag_{1-x}Pt_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag_{1-x}Pd_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Pt_{1-x}Al_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_{1-x}Al_x (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru, 5 Ti/Ag/Ir/IrO_x (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO_x (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Ru/Ru_xPt_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Ru/Ru_xPt_{1-x}/RuO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Ru/RuO_x/Ru_yPt_{1-y} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Ru_xPt_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_xAl_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Pt_xAl_{1-x}/Ag/Pt_yAl_{1-y} (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Pt_y(RhO_x)_{1-y} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag/Rh/RhO_x (0 ≤ x ≤ 2), Ti/Ag/Pt_xRh_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag/Pt_y(RhO_x)_{1-y}/Pt_xRh_{1-x} (0 ≤ x ≤ 2, 0 ≤ y ≤ 1, 0 ≤ z ≤ 1), 10 Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ir (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ir/IrO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ru/RuO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ru (0 ≤ x ≤ 1), Ti/Ag_xPt_{1-x}/Ru/RuO_y (0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag/Cr, Ti/Ag/Ti/ITO, Ti/Ag/Cr/ITO, Ti/Ag/ITO, Ti/Ni/ITO, Ti/Rh, 15 0 ≤ y ≤ 2), Ti/Ag_xTi_{1-x}/Al(Cu) (0 ≤ x ≤ 1), W_xTi_{1-x}/Al(Si) (0 ≤ x ≤ 1), W_xTi_{1-x}/Al (0 ≤ x ≤ 1) oder Ti/Cu enthalten. Als Material für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel AlN, ZnO, PbTi_{1-x}Zr_xO₃ (0 ≤ x ≤ 1) 20 15 für die piezoelektrische Schicht 4 kann zum Beispiel AlN, ZnO, PbTi_{1-x}Zr_xO₃ (0 ≤ x ≤ 1) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn, LiNbO₃, LiTaO₃, PbNb₂O₆ oder Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden. Die piezoelektrische Schicht 4 und die beiden Elektroden 3 und 5 werden derart abgeschieden und strukturiert, dass zum einen ein Bandpassfilter aus einer Anordnung von Volumenwellen-Resonatoren entsteht. Außerdem sind in einem anderen Bereich der Trägerschicht die beiden Elektroden 3,5 und die 25 30 Nähe des Bandpassfilters ein Kondensator gebildet wird, der ein Dielektrikum aus der piezoelektrischen Schicht 4 zwischen den beiden Elektroden 3 und 5 enthält. Durch entsprechendes Design der ersten Elektrode 3 oder der zweiten Elektrode 5 entsteht in Serie zum Kondensator eine Induktivität. Auf der ersten Elektrode 3 wird in dem Bereich, wo sich die Volumenwellen-Resonatoreinheiten befinden, ein Reflexionselement 2 aus einem Schallreflexionsstoff der Gruppe der polymeren und porösen Stoffe aufgebracht. Als Schallreflexionsstoff kann beispielsweise ein Aerogel, ein Xerogel, ein Glasschaum, ein schaumartiger Klebstoff, ein Schaumstoff oder ein Kunststoff mit geringer Dichte eingesetzt werden. Als Aerogel kann zum Beispiel ein anorganisches Aerogel aus Kieselgel oder porösen SiO₂-Strukturen oder ein organisches Aerogel wie zum Beispiel ein Resorcin-Formaldehyd-Aerogel, ein Melamin-Formaldehyd-

- Aerogel oder ein Phenol-Formaldehyd-Aerogel verwendet werden. Als Xerogel kann beispielsweise ein anorganisches Xerogel wie hochkondensierte Polykieselsäure oder ein organisches Xerogel wie Leim oder Agar-Agar eingesetzt werden. Als Schaumstoffe können chemisch aufgeschäumte oder physikalisch aufgeschäumte Polymere wie zum Beispiel
- 5 Polystyrol, Polycarbonate, Polyvinylchlorid, Polyurethane, Polyisocyanate, Polyisocyanurate, Polycarbodiimide, Polymethacrylimide, Polyacrylimide, Acryl-Butadien-Styrol-Copolymere, Polypropylene oder Polyester eingesetzt werden. Außerdem können auch geschäumte Kunstarze wie beispielsweise Phenol-Formaldehyd-Harze oder Furanhärze, die durch Verkokung eine hohe Porosität besitzen verwendet werden. Als Kunststoff mit
- 10 geringer Dichte können zum Beispiel vernetzte Polyvinylether, vernetzte Polyarylether, Polytetrafluorethylen, Poly(*p*-xylylen), Poly(2-chlor-*p*-xylylen), Poly(dichlor-*p*-xylylen), Polybenzocyclobuten, Styrol-Butadien-Copolymere, Ethylen-Vinylacetat-Polymere oder organische Siloxanpolymere Verwendung finden. Auf diesem Reflexionselement 2 wird aufgrund der adhäsiven Eigenschaften des verwendeten Materials oder mittels einer zusätzlichen Klebstoffsschicht, aus zum Beispiel einem Acrylat-Klebstoff oder einem Epoxid-Klebstoff, ein Substrat 1, welches aus Glas, einem glaskeramischen Material, glaskeramischen Material mit einer Planarisierungsschicht aus Glas, einem Glasmaterial, Silicium, GaAs oder Saphir ist, befestigt. Bei Verwendung von Silicium oder GaAs als Substrat 1 wird noch eine Passivierungsschicht, beispielsweise aus SiO₂ oder Glas, aufgebracht.
- 15 20 Anschließend wird die Trägerschicht mechanisch oder chemisch entfernt.

Bei Verwendung von PbTi_{1-x}Zr_xO₃ (0 ≤ x ≤ 1) mit und ohne Dotierungen aus La oder Mn als Material für die Reflexionselemente 2 wird auf das Substrat 1 eine Antireaktionsschicht aus TiO₂, Al₂O₃ oder ZrO₂ aufgebracht werden.

- 25 In einem alternativen Verfahren zur Herstellung eines erfundungsgemäßen elektronischen Bauelementes wird das Reflexionselement 2 direkt auf das gewünschte Trägersubstrat 1 abgeschieden. Anschließend wird die Resonatoreinheit aus erster Elektrode 3 und zweiter Elektrode 5 sowie der piezoelektrischen Schicht 4 aufgebracht. Das Reflexionselement 2 kann alternativ auch mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz enthalten.

Alternativ wird das Dielektrikum des Kondensators nicht aus der piezoelektrischen Schicht 4 gebildet, sondern es wird je nach Herstellungsverfahren eine separate Schicht aus einem dielektrischen Material mit kleiner Dielektrizitätskonstante ϵ von $2 \leq \epsilon \leq 300$, welche beispielsweise SiO_2 , Si_3N_4 , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) oder Ta_2O_5 enthält, auf entsprechende Teile der ersten Elektrode 3 oder zweiten Elektrode 5 aufgebracht.

Ebenso kann eine Elektrode des Kondensators durch Abscheidung einer zusätzlichen, separaten elektrisch leitenden Schichten dargestellt werden.

10 In allen Fällen kann über dem gesamten Bauelement eine Schutzschicht 6 aus einem organischen oder anorganischen Material oder einer Kombination dieser Materialien aufgebracht werden. Als organisches Material kann beispielsweise Polybenzocyclobuten oder Polyimid und als anorganisches Material kann zum Beispiel Si_3N_4 , SiO_2 oder $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$) verwendet werden.

15 Alternativ kann unter- und oberhalb einer Resonatoreinheit der Filteranordnung ein Reflexionselement angebracht werden. Das weitere Reflexionselement weist entweder eine Schicht aus einem Material extrem niedriger akustischer Impedanz oder mehrere Schichten mit abwechselnd hoher und niedriger Impedanz auf.

20 Weiterhin kann oberhalb oder unterhalb oder ober- und unterhalb eines Reflexionselementes 2 oder eines weiteren Reflexionselementes aus porösem SiO_2 eine Schicht aus SiO_2 oder einer anderen Schicht,

ten, das Reflexionselement 2 und ein zweites Reflexionselement können auch über dem gesamten Bereich des Substrats 1 aufgebracht werden.

Auf gegenüberliegenden Seiten der Filteranordnung kann wenigstens eine erste und eine zweite Stromzuführung angebracht werden. Als Stromzuführung kann beispielsweise ein galvanischer SMD-Endkontakt aus Cr/Cu, Ni/Sn oder Cr/Cu, Cu/Ni/Sn oder Cr/Ni, Pb/Sn oder ein Bump-end-Kontakt oder eine Kontaktfläche eingesetzt werden.

30 Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung erläutert, die beispielhafte Realisierungsmöglichkeiten darstellen.

Ausführungsbeispiel 1

Eine Filteranordnung aus Bandpassfilter und Notch-Filter wurde realisiert, in dem auf einem Substrat 1 aus Glas eine 300 nm dicke, dichte SiO_2 -Schicht und darauf eine poröse SiO_2 Schicht in Form eines Aerogels als Reflexionselement 2 mit einem Klebeverfahren abgeschieden wurden. Auf diesem Reflexionselement 2 wurden neun Resonatoreinheiten, bestehend aus einer ersten Elektrode 3, einer piezoelektrischen Schicht 4 und einer zweiten Elektrode 5 aufgebracht. Die erste Elektrode 3 enthielt Pt. Die zweite Elektrode 5 enthielt eine dünne Ti-Haftschicht und eine Pt-Schicht. Die piezoelektrische Schicht 4 wies die 5 Zusammensetzung $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$ auf. Die piezoelektrische Schicht 4 und die beiden Elektroden 3 und 5 wurden derart abgeschieden und strukturiert, dass zum einen der Bandpassfilter mit insgesamt neun Volumenwellen-Resonatoren entstand. Außerdem waren in einem anderen Bereich des Substrats 1 die beiden Elektroden 3,5 und die piezoelektrische Schicht 4 derart strukturiert, dass in der Nähe der Anordnung von Volumenwellen-Resonatoren ein Kondensator gebildet wurde, der ein Dielektrikum aus der piezoelektrischen Schicht 4 und die beiden Elektroden 3,5 enthielt. Die untere Elektrode 3 war 10 nach Erde geschaltet. Durch Design und entsprechende Länge der ersten Elektroden 3 oder zweiten Elektrode 5 wurde in Serie zu dem Kondensator gleichzeitig eine Induktivität geschaffen. Über der gesamten Filteranordnung wurde eine Schutzschicht 6 aus SiO_2 abgeschieden. Anschließend wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elektrode 3 15 und der zweiten Elektrode 5 geätzt sowie Bump-end Kontakte aufgewachsen.

20

Ein solches Filterelement kann z.B. im Mobiltelefons eingesetzt.

25

Ausführungsbeispiel 2

Zur Herstellung einer Filteranordnung mit einem Bandpassfilter und einem Notch-Filter wurde auf einer Trägerschicht aus Si mit einer Passivierungsschicht aus SiO_2 zunächst die 30 zweite Elektrode 5 aus einer dünne Ti-Haftschicht und eine Pt-Schicht aufgebracht. Auf diese zweite Elektrode 5 wurde eine piezoelektrische Schicht 4 aus AlN aufgebracht. Anschließend wurde auf die piezoelektrische Schicht 4 eine erste Elektrode 3, welche Pt

enthießt, aufgebracht. Diese drei Schichten wurden derart strukturiert, dass neun Resonatoreinheiten und ein Kondensator mit einem Dielektrikum aus AlN und den Elektroden 3,5 sowie eine Induktivität entstanden. Die untere Elektrode 3 war nach Erde geschaltet. Auf die erste Elektrode 3 wurde in dem Bereich, wo die Resonatoren waren, eine 30 5 nm dicke, dichte SiO_2 -Schicht, darüber als Reflexionselement 2 eine poröse SiO_2 -Schicht in Form eines Aerogels und auf das Reflexionselement 2 eine 300 nm dicke Schicht aus SiO_2 abgeschieden. Auf dem gesamten Aufbau wurde ein Substrat 1 aus Glas mit Acrylak- Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht der Trägerschicht weggeätzt. In die verbliebene Schicht aus SiO_2 wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der ersten Elek- 10 trode 3 und zweiten Elektrode 5 geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

Ein solche Filteranordnung wurde zur Signalfilterung im Hochfrequenzteil eines mobilen Telefons eingesetzt.

15

Ausführungsbeispiel 3

Zur Herstellung einer Filteranordnung mit einem Bandpassfilter und einem Notch-Filter wurde auf einer Trägerschicht aus Si mit einer Passivierungsschicht aus SiO_2 zunächst die 20 zweite Elektrode 5 aus einer dünnen Ti-Haftschicht und einer Pt-Schicht aufgebracht. Auf diese zweite Elektrode 5 wurde eine piezoelektrische Schicht 4 aus $\text{PbZr}_{0.15}\text{Ti}_{0.85}\text{O}_3$ aufge- bracht. Anschließend wurde auf die piezoelektrische Schicht 4 eine erste Elektrode 3, aus

sonatoreinheiten entstanden. An einer Stelle neben den Resonatoren wurde durch Ätzen die zweite Elektrode 5 freigelegt. Die zweite Elektrode 5 wurde so strukturiert, dass sie als Elektrode für einen Kondensator und gleichzeitig durch Design und entsprechende Länge als Induktivität diente. Über die ganze Anordnung wurde eine 0.5 μm dicke Si_3N_4 25 Schicht abgeschieden und so strukturiert, dass sie nur an den Stellen des Kondensators verblieb und dort als Dielektrikum diente. Auf die Si_3N_4 Schicht wurde eine separate, elek- trisch leitende Schicht aus Al dotiert mit Cu aufgebracht und so strukturiert, dass sie die 30 zweite Elektrode des Kondensators bildete. Diese zusätzliche elektrisch leitende Schicht wurde nach Erde geschaltet. Über das gesamte System wurden eine 30 nm dicke, dichte

SiO₂-Schicht, auf diese SiO₂-Schicht ein Reflexionselement 2 aus einer porösen SiO₂-Schicht in Form eines Aerogels und auf das Reflexionselement 2 eine 300 nm dicke Schicht aus SiO₂ abgeschieden. Auf dem gesamten Aufbau wurde ein Substrat 1 aus Glas mit Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht der Trägerschicht weggeätzt. In die Schichten wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der zweiten Elektrode 5 geätzt. 5 und der zusätzlichen elektrisch leitenden Schicht aus Al dotiert mit Cu geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

- 10 Ein solche Filteranordnung wurde zur Signalfilterung im Hochfrequenzteil eines mobilen Telefons eingesetzt.

Ausführungsbeispiel 4

15 Zur Herstellung einer Filteranordnung mit einem Bandpassfilter und einem Notch-Filter wurde auf einer Trägerschicht aus Si mit einer Passivierungsschicht aus SiO₂ zunächst eine elektrisch leitende Schicht aus Al dotiert mit Cu abgeschieden und elektrodenförmig strukturiert. Diese elektrisch leitende Schicht aus Al dotiert mit Cu wurde nach Erde geschaltet. Auf diese elektrisch leitende Schicht aus Al dotiert mit Cu wurde eine 0.5 µm dicke Schicht aus Si₃N₄ abgeschieden. Danach wurde die zweite Elektrode 5 aus Al dotiert mit 20 Cu aufgebracht und so strukturiert, dass sie als zweite Elektrode 5 in den Resonatoreinheiten, als Induktivität und auch als zweite Elektrode für den Kondensator diente. Auf einem Teil der zweiten Elektrode 5 wurde eine piezoelektrische Schicht 4 aus AlN aufgebracht.

Anschließend wurde auf die piezoelektrische Schicht 4

- 25 mit Cu aufgebracht. Diese drei Schichten wurden derart strukturiert, dass neun Resonatoreinheiten entstanden. Das gesamte System wurde mit einer 30 nm dicken SiO₂-Schicht versehen. Auf die SiO₂-Schicht wurde als Reflexionselement 2 eine poröse SiO₂-Schicht in Form eines Aerogels und auf das Reflexionselement 2 eine 300 nm dicke Schicht aus SiO₂ abgeschieden. Auf dem gesamten Aufbau wurde ein Substrat 1 aus Glas mit Acrylat-Klebstoff befestigt. Anschließend wurde die Si-Schicht der Trägerschicht weggeätzt. In die Schichten wurden Kontaktlöcher zur Kontaktierung der zweiten Elektrode 5 und der zusätzlichen elektrisch leitenden Schicht geätzt. Anschließend wurden Bump-end Kontakte aus Cr/Cu in den Kontaktlöchern aufgewachsen.

Ein solche Filteranordnung wurde zur Signalfilterung im Hochfrequenzteil eines mobilen Telefons eingesetzt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Filteranordnung, welche ein Substrat (1) und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind, enthält.

2. Filteranordnung nach Anspruch 1,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass der Notch-Filter zwischen Eingang des Bandpassfilters und Erde oder zwischen Ausgang des Bandpassfilters und Erde geschalten ist.

3. Filteranordnung nach Anspruch 1,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass der Bandpassfilter und der Notch-Filter Dünnschichtfilter sind.

4. Filteranordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass der Bandpassfilter eine Filteranordnung aus Resonatoren enthält.

dadurch gekennzeichnet,
dass die Filteranordnung Volumenwellen-Resonatoren, Oberflächenwellen-Resonatoren
20 oder keramische, elektromagnetische Resonatoren enthält.

6. Filteranordnung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Volumenwellen-Resonator eine Resonatoreinheit und ein Reflexionselement (2),
25 welches zwischen Substrat (1) und Resonatoreinheit angeordnet ist, enthält.

7. Filteranordnung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Notch-Filter einen Kondensator und eine Induktivität enthält.

5 8. Verfahren zur Herstellung einer Filteranordnung, welche ein Substrat (1) und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter aus Volumenwellen-Resonatoren und einen Notch-Filter enthält, bei dem

- auf einer Trägerschicht eine zweite Elektrode (5), eine piezoelektrische Schicht (4) und eine erste Elektrode (3) aufgebracht und so strukturiert werden, dass wenigstens eine Resonatoreinheit, ein Kondensator und eine Induktivität entstehen,
- auf den Teilen der ersten Elektrode (3), die zur Resonatoreinheit gehören, ein Reflexionselement (2) abgeschieden wird,
- auf dem gesamten Aufbau ein Substrat (1) befestigt wird und die Trägerschicht entfernt wird.

15

9. Mobilfunkgerät ausgerüstet mit einer Filteranordnung, welche ein Substrat (1) und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind, enthält.

20 10. Empfänger ausgerüstet mit einer Filteranordnung, welche ein Substrat (1) und darauf aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind,

11. Sender ausgerüstet mit einer Filteranordnung, welche ein Substrat (1) und darauf

25 aufgebracht einen Bandpassfilter und einen Notch-Filter, die miteinander gekoppelt sind, enthält.

22

1/2

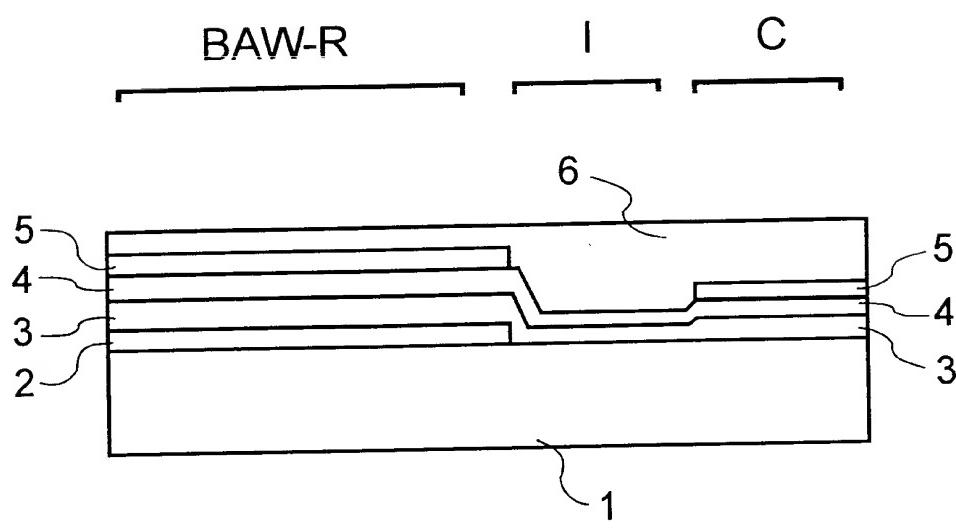


FIG 1

22.10.99

2/2

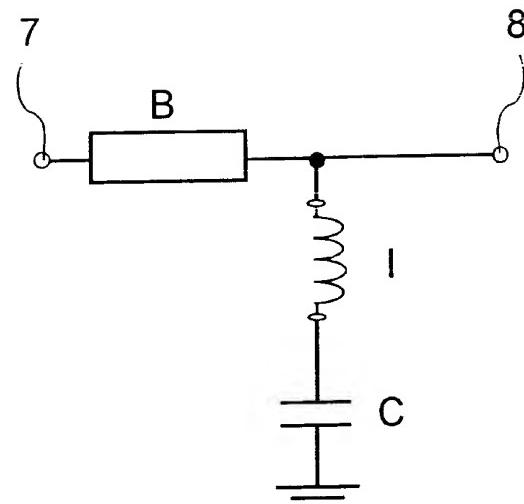


FIG. 2

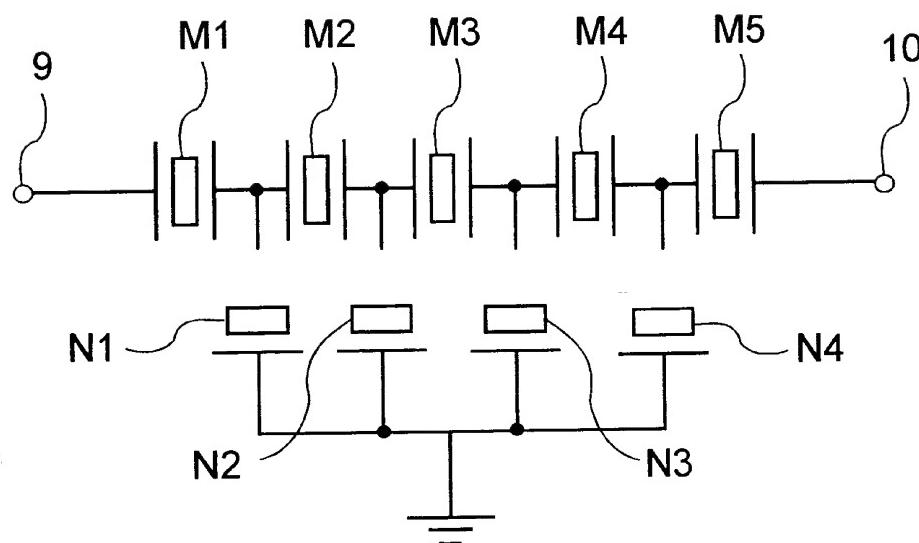


FIG. 3